

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации «Моделирование волновых движений в структурно-неоднородных средах блочного строения в пространственной постановке», представленной Ефимовым Евгением Александровичем на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8—«Механика деформированного твердого тела»

Разработка расчетных моделей является важным элементом фундаментальной научной проблемы механики горных пород - описания закономерностей деформирования породного массива с учетом его блочного строения, как в статических условиях, так и в динамике. В последнее время представления о породном массиве, как о сложной структурированной иерархической среде становятся основой для описания его поведения в различных природных и технологических процессах, таких как подготовка землетрясений, оползней, горных ударов, распространение сейсмических волн при массовых взрывах, диагностика породных массивов при сейсмопрозвучивании, увеличение дебита скважин при сейсмическом воздействии.

Учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что диссертационная работа Ефимова Е.А. «Моделирование волновых движений в структурно-неоднородных средах блочного строения в пространственной постановке», выполнена на актуальную тему.

Проведенные в этой работе исследования существенно развивают полученные ранее по данной теме результаты, достаточно полное обсуждение, которых приведено в обзоре литературы. Целью исследований диссертанта заявлено построение математических моделей, описывающих динамическое поведение блочных сред при внешнем воздействии, а так же численная и программная реализации предложенных моделей для решения прикладных задач на высокопроизводительных ЭВМ. Основной идеей построения таких моделей явилась концепция академика М.А. Садовского о блочном иерархическом строении массива горных пород. В представленной работе блоки рассматриваются как упругие, так и вязкоупругие. Большое внимание уделено описанию деформирования прослоек между блоками. Прослойки рассматриваются как упругие слои, как прослойки с усредненными свойствами в виде внутренних граничных условий, как вязкоупругие, пористые и упруго пластические тела.

Проведенный анализ влияния свойств прослоек на распространение волн в блочных средах является новым результатом. В частности на примере аналитического решения задачи об отражении и преломлении плоских волн на упругом слое и прослойке с усредненными свойствами впервые определены условия использования такого упрощения.

В плане численной реализации предлагаемых трехмерных моделей разработан авторский программный комплекс параллельных программ для высокопроизводительных ЭВМ с алгоритмами, основанными на методе

расщепления по пространственным координатам, реализованными на конечно-разносных подходах к решению одномерных расщепленных задач.

В качестве иллюстрации применения предложенных программ был решен ряд задач распространения волн в блочных средах при ударной нагрузке. В частности было проведено сравнение результатов расчетов с полученными ранее в более упрощенных постановках решениями. При этом было показано как влияет учет упругости блоков по сравнению с вариантом их жесткого состояния на форму распространяющихся волн. Также было проведено сравнение с экспериментальными результатами распространения возмущений в модельной блочной среде – плоской сборке прямоугольных блоков. Расчеты по трехмерной модели упругих блоков с вязкоупругими прослойками показали удовлетворительное соответствие экспериментальным данным. В результате решения практически важной задачи – моделирования работы сейсмического источника в блочной среде проанализировано влияние свойств блоков и прослоек между ними на спектральный состав излучаемых волн, изменение спектра и амплитуды волн при их распространении.

Интересные результаты также получены при рассмотрении задач сейсмического мониторинга наличия податливых и вязкоупругих прослоек в блочном полупространстве.

В заключение могу отметить, что цель исследования, поставленная диссертантом, выполнена. Математические модели, описывающие динамическое поведение блочных сред при внешнем воздействии созданы и обоснованы. Также разработана численная и программная реализация предложенных моделей для решения прикладных задач на высокопроизводительных ЭВМ.

В целом, считаю, что представленная работа является существенным вкладом в развитие расчетных методов описания динамического поведения породного массива с учетом его блочного строения

Представленная диссертация Ефимова Е.А., судя по автореферату, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присвоения ему искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформированного твердого тела

Я, Шер Евгений Николаевич, согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку своих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Ефимова Е.А., исходя из нормативных документов Правительства, Минобрнауки и ВАК, в том числе размещение их в сети интернет на сайте ИГиЛ СО РАН, сайте ВАК, в единой информационной системе.

Шер Евгений Николаевич

Д.ф.-м.н. (1.1.8. Механика деформируемого твердого тела), с.н.с.

Главный научный сотрудник , и.о. лаборатории механики взрыва и разрушения горных пород бюджетного учреждения науки **Институт горного дела им. Н. А. Чинакала** Сибирского отделения Российской академии наук,
630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 54, <http://www.misd.ru>,
E-mail: mailigd@misd.ru



Шер Евгений Николаевич

Дата 12.02.2026

Подпись Шера Евгения Николаевича заверяю:

Зам. директора по научной работе ИГД СО РАН,
д.ф.-м.н.

